

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

код и наименование специализации

Оценка состояния и разработка предложений по совершенствованию

тема

перевозок угля железнодорожным транспортом

Руководитель

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В.А.Прокопчук

инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

А.Д.Бурменко

инициалы, фамилия

Безопасность

жизнедеятельности

подпись, дата

Н.М.Капличенко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.В.Гилев _____

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 201_ г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы.

Студенту Прокопчуку Владиславу Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГМ 12-12 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Оценка состояния и разработка предложений по совершенствованию перевозок угля железнодорожным транспортом

Утверждена приказом по университету № 705/с от 23 января 2018 года

Руководитель ВКР И.И.Демченко, профессор, доктор технических

инициалы, фамилия, должность, ученое звание

наук кафедры «Горные машины и комплексы»

место работы

Исходные данные для ВКР железнодорожная станция Бугач,

ООО «Красноярский гортоп», котельная Северо-Западного района

г. Красноярск, Назаровская ГРЭС

Перечень разделов ВКР Проблемы, связанные с транспортировкой угля навалом и анализ поломок полувагонов, перевозивших уголь; Существующая и предлагаемая технология перевалки угля на угольном складе железнодорожной станции Бугач г. Красноярск; Математическая модель расчета площадей складов при буртовом и контейнерном способе хранения

Перечень графического материала Презентация в количестве 11 слайдов

Руководитель ВКР

подпись

И.И.Демченко

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

В.А.Прокопчук

инициалы и фамилия

« ____ » _____ 201_ г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
2 ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	7
2.1 Проблемы, связанные с транспортировкой угля навалом и анализ поломок полувагонов, перевозивших уголь	7
2.2. Существующая и предлагаемая технология перевалки угля на угольном складе железнодорожной станции Бугач г. Красноярск	24
2.3 Математическая модель расчета площадей складов при буртовом и контейнерном способе хранения	32
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ.....	42
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА СКЛАДАХ ПЕРЕГРУЗКИ И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ УГЛЯ	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А	52

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нельзя представить современное общество, без полезных ископаемых. Весь технический прогресс, научные открытия, всё чего добилось современное общество не было бы реализовано, если бы не полезные ископаемые, которые подразделяются на горючие, рудные и не рудные. В данной работе мы затронем горючие полезные ископаемые, а именно уголь, его транспортировку и складирование.

Уголь — полезное ископаемое, вид топлива, который образовался из остатков древней флоры и в значительной степени из битумных масс, излившихся на поверхность планеты, которые подверглись метаморфизму вследствие опускания под землю на большие глубины без доступа кислорода и под высокими температурами. Международное название углерода происходит от лат. carbō («уголь»). Одним из первых ископаемых топлив, которым начал использовать человек, стал уголь. С его помощью, произошла промышленная революция, которая в свою очередь способствовала развитию угольной промышленности, обеспечив её современной технологией. В современных условиях добычи угля, его транспортировка является важной проблемой.

На данный момент транспортировка угля осуществляется всеми видами транспорта:

- Автомобильным;
- Морским;
- Железнодорожным.

Автомобильный транспорт применяется при небольших объемах на короткие расстояния. Перевозка таким способом является самой дорогой и весьма длительной — необходимо специальное транспортное средство, так же осуществить процесс погрузки и выгрузки топлива. Кроме того, перевозка угля имеет массу нюансов. Неправильная погрузка в неподходящий транспорт

приведет к значительным потерям при транспортировке, а также потерю качества в следствии переизмельчения.

Транспортировка угля морским транспортом незаменим, при перевозке груза на другие континенты, но в других случаях является наименее востребованным. Морской транспорт характеризуется медленной скоростью, несмотря на высокую надежность. Уголь можно транспортировать в специальных контейнерах, что обеспечивает фактически стопроцентное сохранение первоначальных объемов в конечной точке доставки.

В данный момент, железнодорожный транспорт является самым востребованным и экономически обоснованным способом транспортировки. Во-первый, железнодорожный транспорт позволяет перевозить большие объемы сырья с неплохой скоростью перемещения. Во-вторых, в большинстве стран уже есть разветвленная сеть железных дорог, поэтому доставку можно осуществлять практически их любой точки страны. В-третьих, стоимость перевозок значительно ниже, чем на автомобильном транспорте. Немаловажно и то, что железнодорожный транспорт позволяет перевозить уголь в специальных контейнерах, поэтому не нужно будет волноваться о целостности и сохранности груза.

2 ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Перевозки угля и углепродуктов на территории России осуществляется следующими видами транспорта: железнодорожным, автомобильным, речным, морским, конвейерным и трубопроводным. На территории Красноярья в перевозках угля задействованы: железнодорожный, автомобильный речной и конвейерный транспорт.

2.1 Проблемы, связанные с транспортировкой угля навалом и анализ поломок полувагонов, перевозивших уголь

На магистральном железнодорожном транспорте перевозки угля являются наиболее массовыми. По рисунку 1 [3] видно, что в общем объеме перевозок по России по данным за 2015 г. они составляют около 27 %.

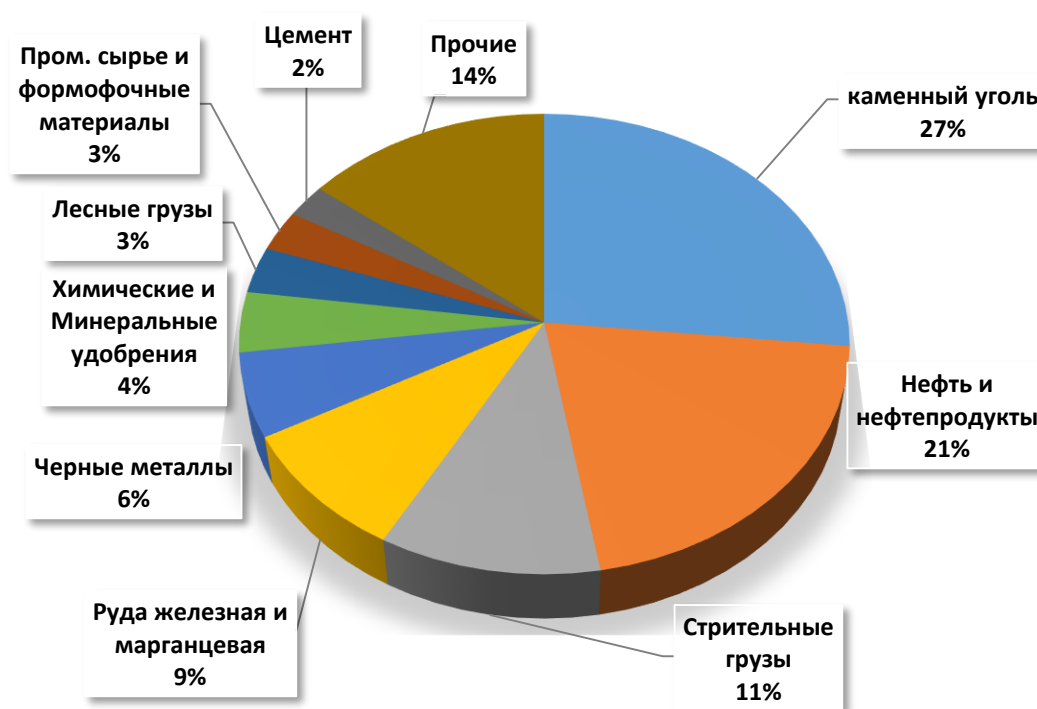


Рисунок 1 - Структура перевозок грузов железными дорогами МПС России

Уголь перевозят в полувагонах. Полувагоны предназначены для перевозки крупнокусовых, сыпучих, штучных и других грузов, не нуждающихся в защите от атмосферных осадков. У кузова полувагона нет

крыши, что соответствует удобной погрузки и выгрузки. Погрузка кусковых и сыпучих грузов производится сверху из бункеров, экскаваторами, грейферными кранами и др.

При железнодорожных перевозках используются два основных типа полувагонов. Специальные – с кузовом без дверей и люков для транспортировки только сыпучих грузов с разгрузкой на вагоноопрокидывателях башенного или роторного типов. Универсальные – с торцовыми дверями для погрузки и разгрузки штучных грузов и разгрузочными люками в полу для разгрузки сыпучих грузов. Краткие технические характеристики основных моделей полувагонов, применяемых для перевозки угля представлены в таблице 1 [4].

Полувагоны бывают четырех -, шести - и восьмиосные, представленные соответственно на рисунках 2, 3 и 4 [4]. Кузов полувагона, кроме специальных вагонов, состоит из двух боковых стен, двух торцевых дверей и плоского пола, образованного крышками разгрузочных люков и рамой.

Таблица 1 - Основные технические характеристики полувагонов для перевозки сыпучих грузов

Модель вагона	Кол-во осей	Грузоподъемность, т	Масса вагона, т	Объем кузова, м ³	Внутренние размеры кузова, мм			Размер разгрузочных люков, мм	Угол открывания крышек люков, град		Площадь пола, м ²	Материал кузова
					длина	ширина	высота		средних	надтележечных		
12-508	8	125	45,174	137,5	18758	2790	2450	1327X1540	31	23	54,7	сталь 09Г2Д
12-915	8	129	46,4	141	19410	2078	2502	1470X1590	31	23	56,7	сталь 10ХНДП
12-124	8	130	46	150	17570	2967	2855	1450X1580	31	23	52,1	сталь 09Г2
12-П152	6	94	32,4	106	14586	2902	2365	1327X1540	31	18,68	45	сталь 09Г2
12-1000	4	69	22	73	12068	2878	2060	1327X1540	31	26,5	35,4	сталь 10ХНДП
12-532	4	69	22,2	73,0	12118	2878	2060	1327X1540	31	23,5	35,5	сталь 10ХНДП
12-726	4	69	22±0,66	73,0	12088	2878	2060	1327X1540	31	23,5	35,4	сталь 09Г2
12-119	4	69	22,5	76	12700	2878	2060	1327X1540	31	23,5	36,55	сталь 10ХНДП
12-1505	4	69	21,1	76	12700	2878	2060	люков нет	-	-	35,4	сталь 10ХНДП
12-1592	4	71	21,28	83	12700	2878	2240	люков нет	-	-	37,1	сталь 10ХНДП
12-515	4	69	21,8	70,5	12056	2826	2060	1327X1540	31	23,5	34,42	пиломатериалы хвойных пород
12-37	4	63	22	64,7	12056	2850	1880	1385X1540	31	23,5	35,4	пиломатериалы хвойных пород
12-П153	4	63	23,2	64,0	12050	2850	1880	1385X1550	32	26	35,4	пиломатериалы хвойных пород
12-753	4	69	22,5	74	12324	2878	2060	1327X1540	31	23,5	36,15	сталь 10ХНДП
12-757	4	75	25±0,5	85	12228	2964	2315	1370X1540	31	23,5	36,63	сталь 10ХНДП
12-П001	4	64	22,4	68,6	11978	2900	1900	1385X1550	32	26	34,1	Ст.3
12-П002	4	64	23,2	68,6	11988	2900	1900	1327X1540	32	26	34,1	Ст.3

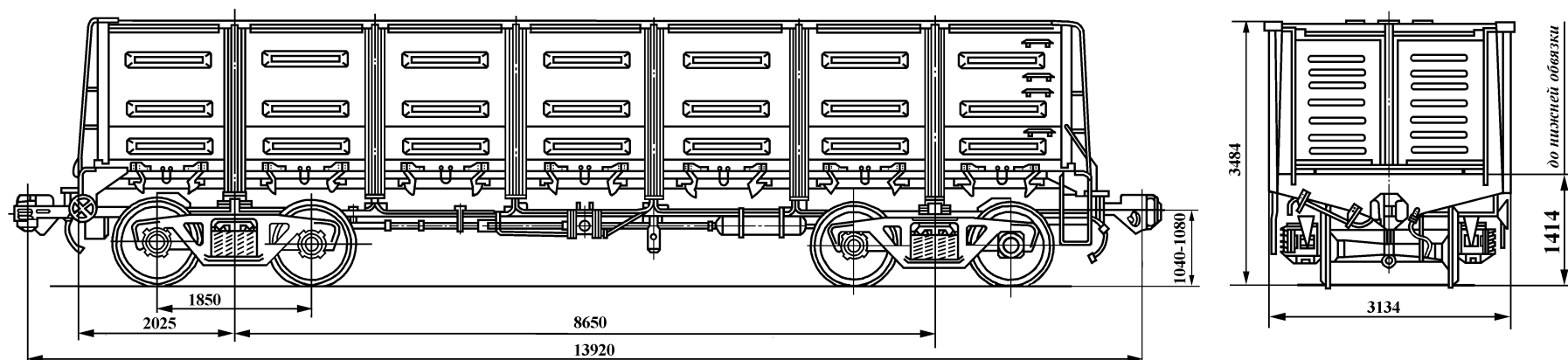


Рисунок 2 - 4-осный полувагон модели 12-1000 для перевозки сыпучих крупнокусовых и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков

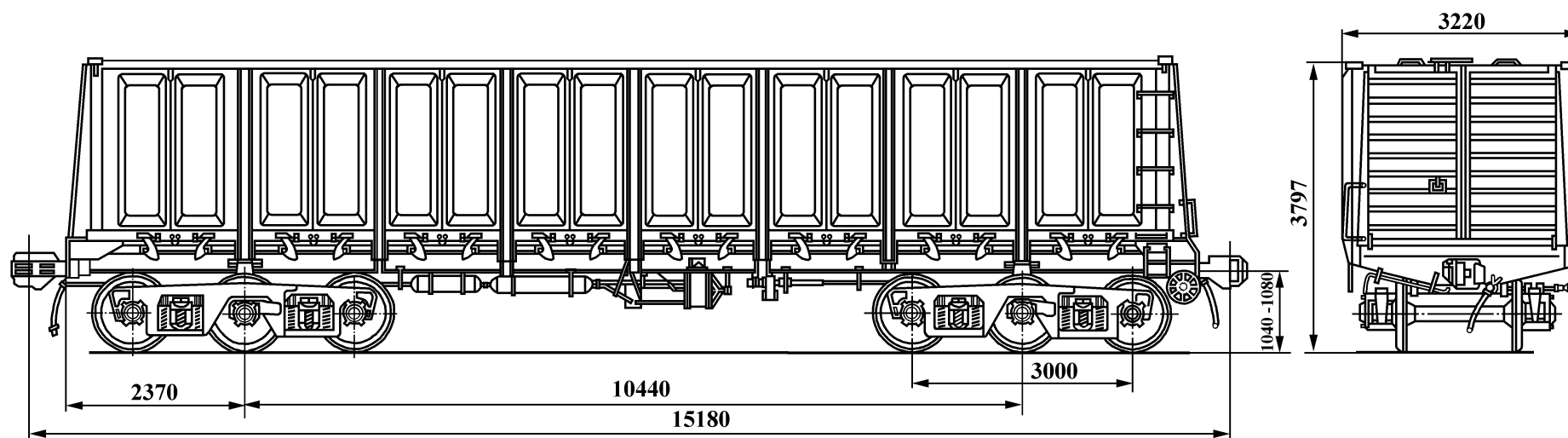


Рисунок 3 - 6-осный полувагон модели 12-П152 для перевозки сыпучих крупнокусковых и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков

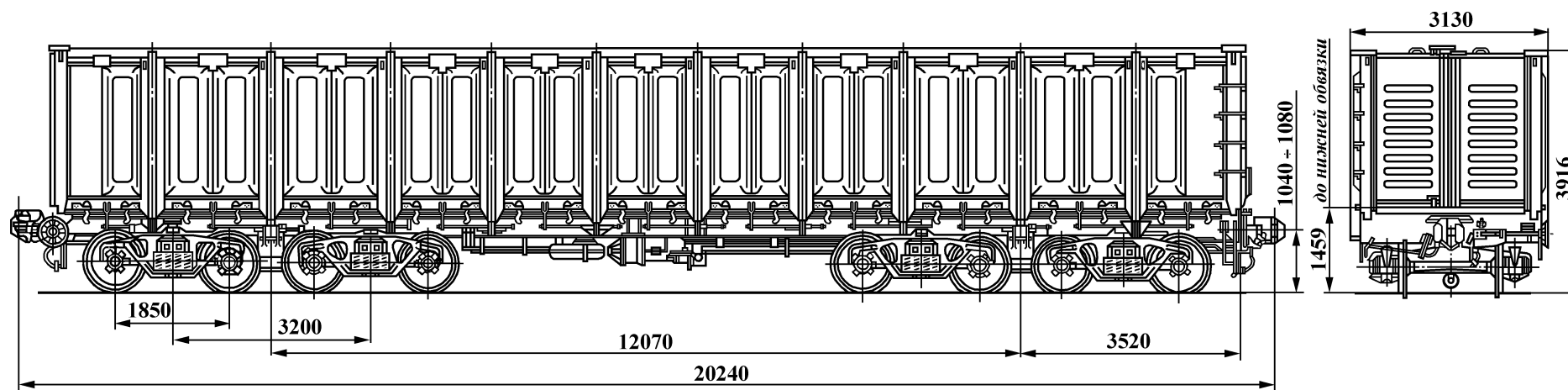


Рисунок 4 - 8-осный полувагон модели 12-508 для перевозки сыпучих крупнокусовых и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков

Несмотря на кажущуюся простоту, железнодорожный полувагон представляет собой довольно сложную конструкцию.

Рама восьмиосного полувагона, представленная на рисунке 5 [5], состоит из хребтовой балки 1, двух концевых балок коробчатого сечения 2, двух шкворневых и восьми промежуточных балок 3, сваренных из горизонтальных и вертикальных листов.

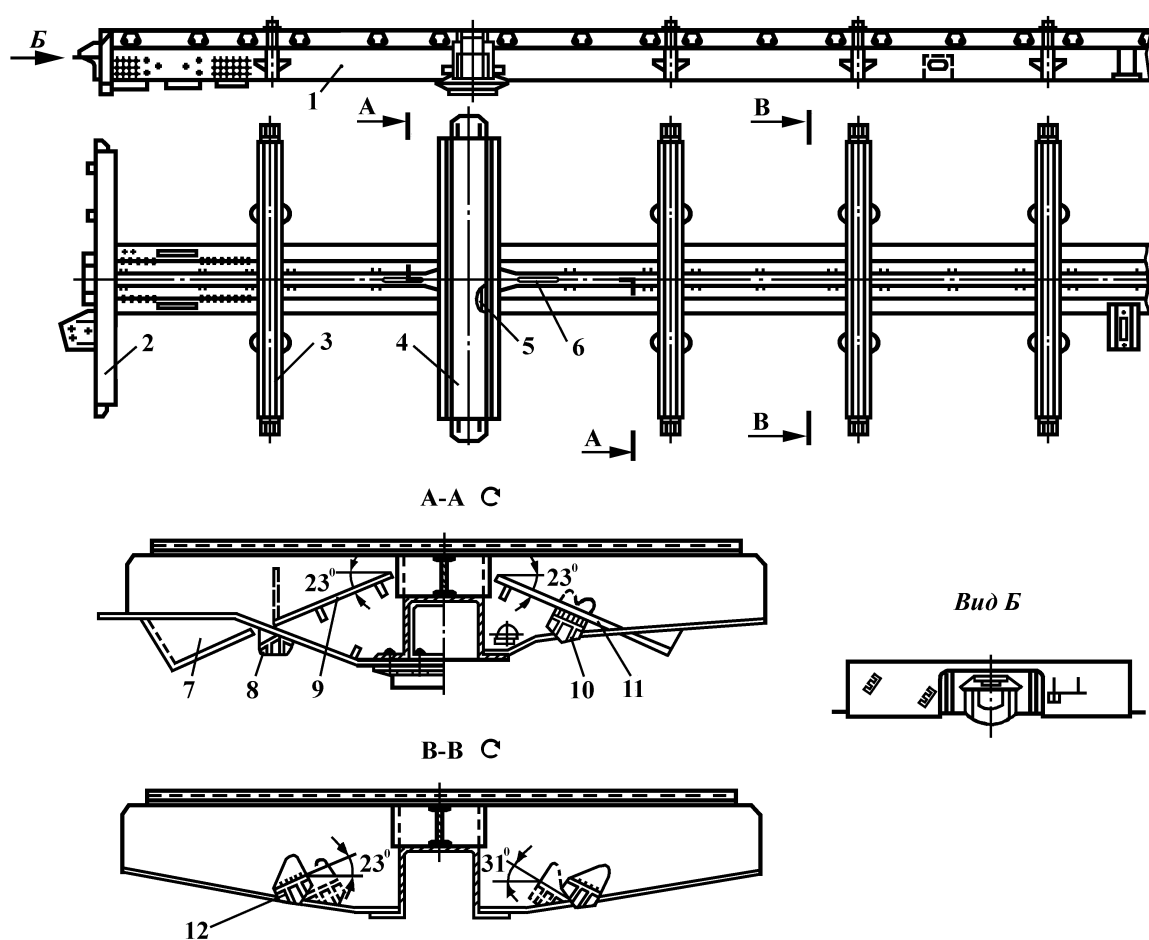


Рисунок 5 - Рама кузова восьмиосного полувагона (половина)

Верхним листам промежуточных и шкворневых балок придана выпуклая форма с тем, чтобы они возвышались над крышками разгрузочных люков и освобождали их от давления длинномерных грузов. Для предохранения тележек

от попадания на них сыпучих грузов при разгрузке на вертикальных листах шкворневых и промежуточных балок приварены специальные планки 7, 9, и 11.

На всех поперечных балках имеются упоры 10 и 12, ограничивающие угол открывания люков. У шкворневых балок упоры 8 совмещены со скользунами.

В местах приварки вертикальных листов шкворневых балок к стенкам хребтовой балки установлены стальные надпятниковые коробки для придания большей жесткости надпятниковым листам и усиления соединения стенок хребтовой балки. Кроме того, к верхним и нижним полкам хребтовой балки в этом узле приварены усиливающие накладки 5 и 6.

Рама снабжена двумя стальными литыми пятниками высотой 95 мм в диаметром 450 мм, с помощью которых происходит опора кузова на тележки.

Крышка люка массой 170 кг, представленная на рисунке 6 [5], состоит из двух поперечных боковых 7, продольной 8 и средней 6 обвязок и усиливающей планки 3, перекрытых штампованным листом 2 с гофрами, расположенными поперек вагона. Крышка шарнирно соединена с двутавром хребтовой балки петлей 1. В открытом положении крышки люков размещаются к горизонтали под углом: над тележками – 23° , в средней части - 31° , над тормозным цилиндром – 27° .

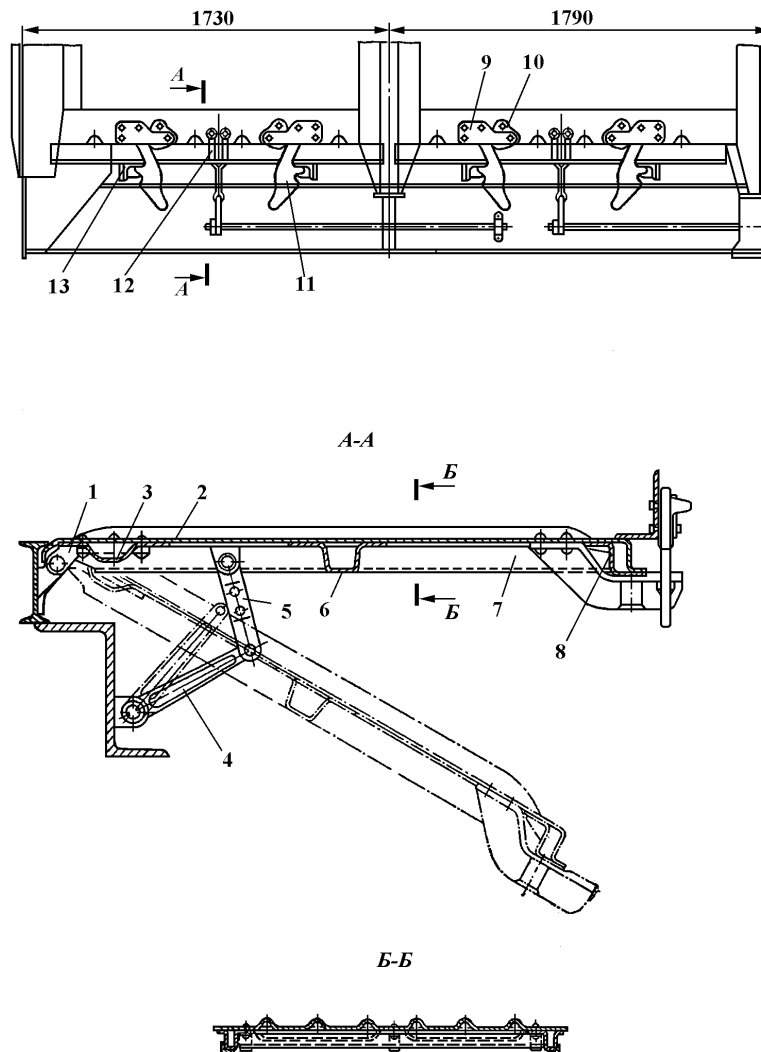


Рисунок 6 - Крышка люка с торсионным устройством

Каждая крышка люка оборудована торсионным устройством для облегчения ее поднятия после разгрузки вагона. Торсион 5, который одним концом прикреплен к крышке, а другим – к рычагу 4, шарнирно связанному с хребтовой балкой, закручивается при опускании освобожденной от запоров крышки под действием силы тяжести груза. После освобождения крышки от груза упруго деформированный торсион поднимает ее в первоначальное положение. Жесткость торсиона подбирается так, чтобы крышка люка полностью открывалась и удерживалась в этом положении до тех пор, пока не будет надобности в ее поднятии усилием одного человека.

Запор люка состоит из закидки 11, сектора 10 и планки 9. Закидка имеет два зуба. Обычно при ручном закрытии люка крышку ставят на первый зуб закидки, а затем ломом через скобу 12 поднимают ее так, чтобы запорные угольники 13 захватывались вторым, основным зубом закидки. Сектор 10 служит для исключения перемещения закидки во время движения вагона и самопроизвольного открывания крышки.

Боковая стена, представленная на рисунке 7 [5], состоит из металлической обшивки 1, верхней обвязки 2 замкнутого по всей длине сечения, нижней обвязки 3, двух угловых стоек 6, двух шкворневых 4 и восьми промежуточных 5 стоек.

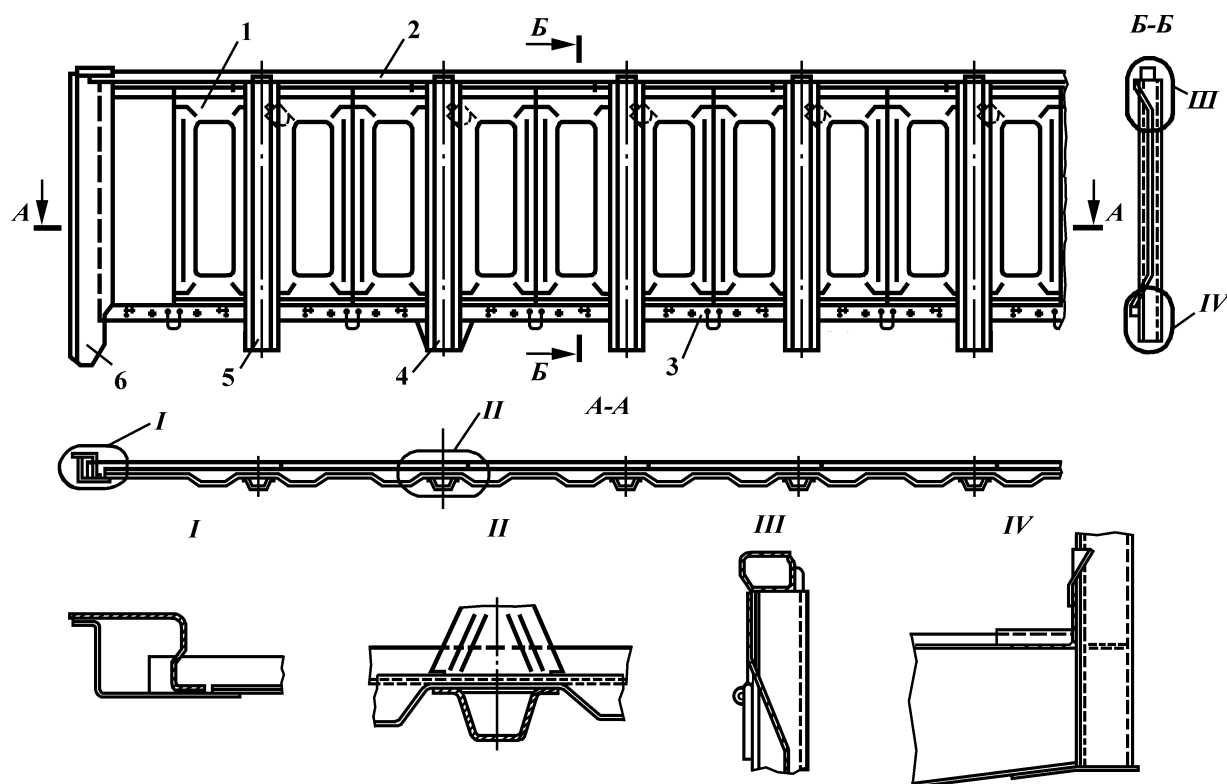


Рисунок 7 - Боковая стенка кузова восьмиосного полувагона (половина)

Верхняя обвязка и стойки выполнены из гнутых профилей, а нижняя обвязка – из горячекатаного уголка 160×100×9 мм. Металлическая обшивка выполнена из листов толщиной 4 – 5 мм, прикрепленных к каркасу точечной сваркой. Для большей жесткости и увеличения емкости кузова листы обшивки

выштампованы в виде неглубоких корыт пологой формы, благодаря чему при выгрузке сыпучий груз не должен оставаться в углублениях. Все промежуточные стойки имеют Ω -образную форму.

К боковым стенам приварены скобы для увязки грузов и для стоек, устанавливаемых при перевозке лесоматериалов, загружаемых «с шапкой».

Торцовая дверь, представленная на рисунке 8 [5], состоит из двух створок, каждая из которых закреплена шарнирно на угловых стойках кузова тремя петлями.

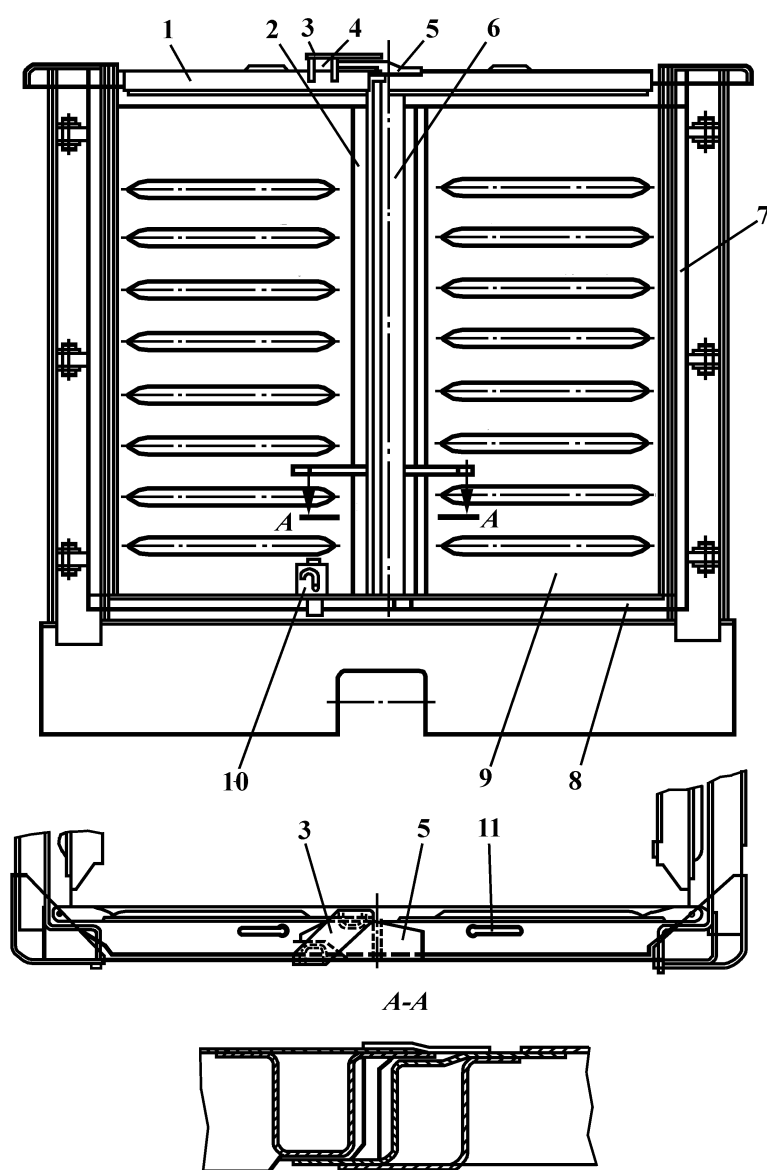


Рисунок 8 - Торцовая дверь полувагона

Верхняя обвязка двери 1 выполнена из гнутого профиля, нижняя 8 и боковые 7 обвязки – из уголка. Средняя обвязка 6 правой створки состоит из двух сваренных между собой гнутых Z-образных профилей, образующих коробчатое сечение. Средняя обвязка 2 левой створки выполнена из Ω -образного профиля. Каркасы створок обшиты металлическим гофрированным листом 9. Для удержания в закрытом положении дверь снабжена верхним и нижним запорами. Нижний запор 10 в виде шарнирно прикрепленной закидки расположен на левой створке; у закрытой двери закидка заходит за ее порог и не позволяет створке открываться. Правая створка удерживается в закрытом положении левой створкой посредством верхнего запора. Этот запор состоит из запорного клина 5, скрепленного с верхней обвязкой правой створки, направляющих 4 и планки 3, которые соединены с верхней обвязкой левой створки двери.

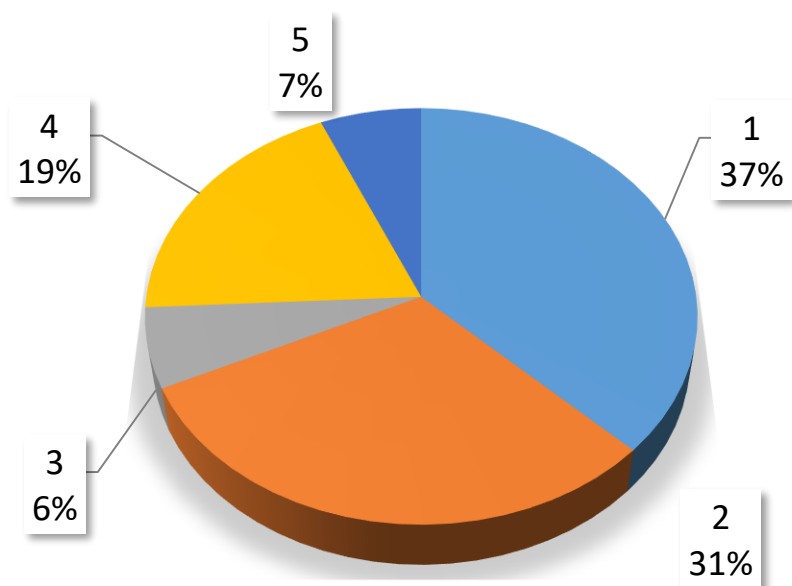
Верхний запор при закрытии створок замыкается сам и не позволяет им под действием распирающих усилий груза выжиматься наружу вагона. Кроме того, запор препятствует распору боковых стен полувагона. При открытом нижнем запоре верхний запор не препятствует открыванию двери внутрь вагона. Для фиксации в открытом положении на створках имеются специальные скобы 11.

На Уральском вагоностроительном заводе была создана конструкция и построена опытная партия восьмиосных полувагонов грузоподъемностью 132 т с глухим кузовом, предназначенным для перевозки угля с разгрузкой на вагоноопрокидывателях. Вагон отличается наличием на торцовых стенах горизонтальных элементов жесткости, а также установкой стен под небольшим углом к вертикали и их скруглением в месте перехода к раме.

Однако при перевозке угля в полувагонах существует ряд проблем, требующих решения.

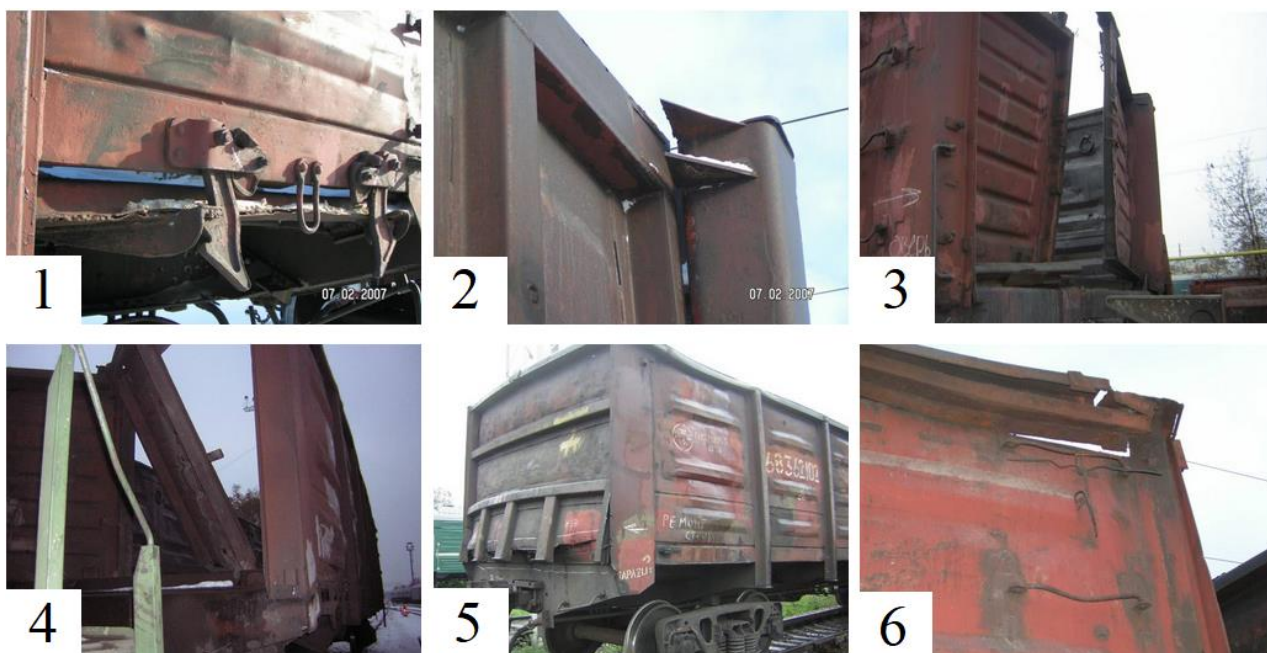
Одна из них - это надежность конструкции полувагона и особенно нижних разгрузочных люков. Многолетние наблюдения и анализ

неисправностей полувагонов, перевозивших уголь, позволяют сделать вывод, что наиболее часто подвергаются восстановлению нижние разгрузочные люки и торцевые двери, это наглядно видно из рисунка 9 [6]. Кроме того, торсионные устройства разгрузочных люков полувагонов не работают. Что вынуждает работников угольных складов закрывать их вручную с использованием ломов. На закрытие каждого люка задействуется не менее 3 человек. Двое, из которых ломами поднимают крышку весом в 170 кг, а третий кувалдой закрывает закидки 11, данный процесс показан на рисунке 6. Постоянные поломки нижних люков приводят к тому, что крупные потребители, имеющие свой подвижной состав, и разгружающие полувагоны на вагоноопрокидывателе заваривают их.



1 – щели разгрузочных люков; 2 – зазоры в торцевой части вагона; 3 – пробоины кузова; 4 – трещины, зазоры в кузове; 5 – порыв, смятие верхней обвязки кузова.

Рисунок 9 - Структура неисправностей полувагонов, перевозивших уголь



1 – щели разгрузочных люков; 2 – отлом ребер жесткости; 3,4 – поломка торцевых дверей; 5 – пробоины кузова; 6 – порыв, смятие верхней обвязки кузова.

Рисунок 10 – Виды поломок полувагонов

Неисправные полувагоны являются одной из основных причин потерь угля при перевозках. Общее число потерь угля в России на железнодорожных перевозках составляют 1% от всего объема [8]. При этом наблюдения показывают, что по длине перевозки эти потери крайне неравномерны. Значительные потери отмечены на станциях и, особенно на станциях погрузки и разгрузки. Причиной высоких потерь угля на станциях являются стрелочные переводы, маневровая работа при формировании состава, когда вагоны спускают с горки. На магистральных же перегонах потери происходят в основном от выдувания мелких фракций угля.

Другой важной проблемой является примерзание угля, перевозимого в зимнее время. На рисунке 11 показаны остатки угля в полувагоне после разгрузки его на вагоноопрокидывателе. На рисунке 12 видно, как осуществляется разгрузка угля через нижние люки, а на рисунке 18 раздалбливание смерзшегося угля в полувагоне. Средние значения результатов

замеров не выгруженного угля, доставляемого из разреза Назаровский на Назаровскую ГРЭС отображены на рисунке 13 [6].



Рисунок 11 - Остатки угля в полувагоне после разгрузки его на вагоноопрокидывателе



Рисунок 12 - Разгрузка угля через нижние люки

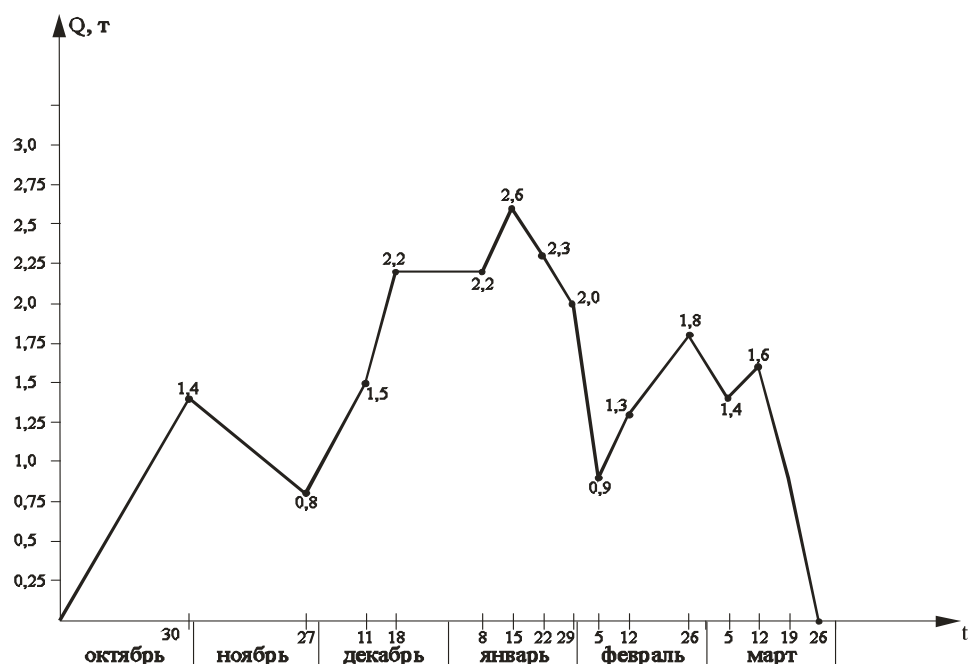


Рисунок 13 - Среднее количество примерзшего угля в полувагонах перевозимого на Назаровскую ГРЭС в отопительном сезоне 2015 – 2016 годов

Альтернативная существующему способу перевозки угля навалом в полувагонах может быть контейнерная доставка. Перевозку контейнеров по железной дороге осуществляют: большегрузных – платформы, представленной в таблице 2 и на рисунке 14 [9]; средне- и малотоннажных – в вагонах контейнеровозах, которые представляют собой переоборудованные вагоны и полувагоны со снятой обшивкой, а у вагонов, и крышей.

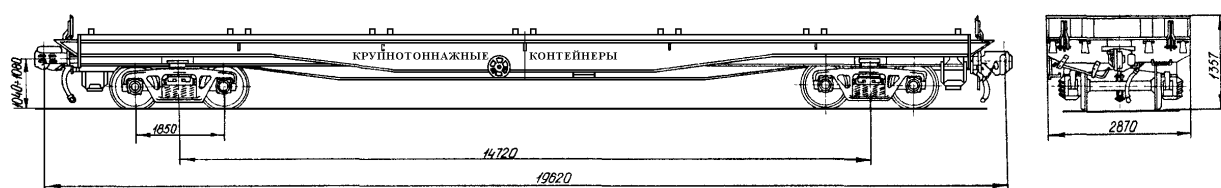


Рисунок 14 - Железнодорожная платформа для перевозки большегрузных контейнеров

Перевозка угля в контейнерах позволяет избежать ряд негативных моментов, имеющих при перевозке угля навалом, таких как тяжелый ручной труд, связанный с зачисткой, длительность разгрузки и как следствие задержка

самых вагонов на разгрузочных операциях, поломов вагонов при разгрузке, а также большой запыленностью воздушного бассейна. Разгрузка контейнеров осуществляется быстро, по малооперационной и малолюдной технологии с использованием грузоподъемного оборудования со спредером. Привод грузоподъемного оборудования электрический и поэтому процесс разгрузки и временного хранения на складе не будет представлять вреда экологии.

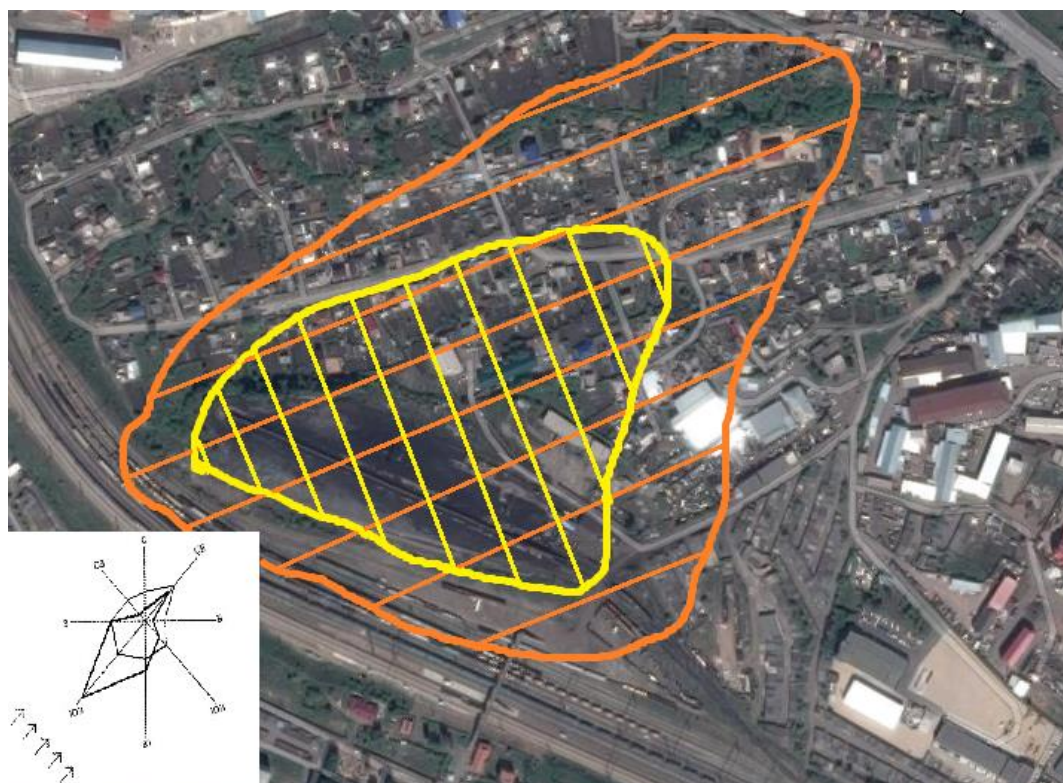


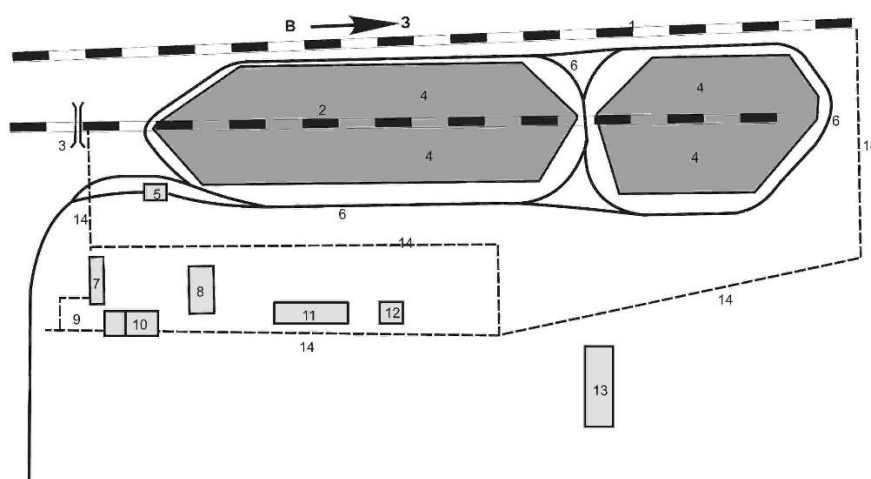
Рисунок 15 - Пристанционный район станции Бугач со среднегодовой розой ветров и районами повышенного загрязнения

Таблица 2 - Основные технические характеристики железнодорожных платформ для перевозки большегрузных контейнеров

Модель вагона	Кол-во осей	Грузоподъемность, т	Масса вагона, т	Площадь пола, м ²
13-470	4	60	22	46
13-9004	4	65	26	52,5
13-Н455	4	62	21	38,5
11-Н004	4	60	22	37,2

2.2. Существующая и предлагаемая технология перевалки угля на угольном складе железнодорожной станции Бугач г. Красноярск

Железнодорожная станция Бугач, представленная на рисунке 15, находится в Северо-западном районе г. Красноярск. Путь № 25, на который прибывают вагоны с углем для разгрузки, примыкает к приемоотправочному пути № 17 станции Бугач стрелкой 85, оборудованной электрической централизацией и управляемой дежурным по станции. Длина от стрелки № 85 до упора тупика составляет 560 м., где могут разместиться 38 вагонов. От упора тупика на расстоянии 325 метров находится повышенный путь, предназначенный для выгрузки угля на две стороны, арендуемый Красноярским Гортопом. Вместимость повышенного пути 21 вагон, причем фронт выгрузки каменного угля (Черногорского, Черемховского разрезов) в начале эстакады составляет 6 вагонов. Затем для бурого угля (Бородинского, Назаровского, Березовского разрезов) фронт выгрузки составляет 15 вагонов. Схема размещения угольного склада Бугач г. Красноярск представлена на рисунке 16.



1 – железнодорожный путь; 2 – железнодорожный повышенный тупик 220м;

3 – переход на ст. Бугач; 4 – место разгрузки и хранения угля;

Рисунок 16 - Схема размещения угольного склада Бугач г. Красноярск

На территории угольного склада ст. Бугач находится здание, в котором размещены: административное помещение, бытовое помещение, комната

приема пищи, бокс для стоянки четырех тракторных погрузчиков и трех бульдозеров и бокс для ремонта автотракторной техники с оборудованной смотровой ямой и кран-балкой.

Оперативное руководство и контроль за работой работников Бугачского участка осуществляет начальник участка, который непосредственно подчиняется руководству дистанции железной дороги.

По прибытию вагонов с углем на станцию о предстоящей подаче вагонов с углем для Гортопа, работники товарной конторы станции Бугач сообщают начальнику Бугачского участка или замещающему его лицу, который организывает расстановку по рабочим местам работников участка. Подача вагонов производится локомотиво-составительской бригадой ст. Бугач за светофор М-53 до эстакады, где вагоны оставляют для открытия цапф грузчиками. После этого вагоны подаются на повышенный путь, где грузчики, находясь на земле, металлическими штангами длиной 2,5 м открывают запоры крышек люков. Рабочий, открывающий люки полувагонов как показано на рисунке 17, должен иметь защитные очки и респиратор, и находиться в стороне от выходного отверстия люка, чтобы избежать ушиба или завала потоком угля. Люки полувагонов должны открываться последовательно, начиная с первого. Во избежание опрокидывания полувагонов, открывание люков шести основных полувагонов производится одновременно с обеих сторон.



Рисунок 17 - Разгрузка угля из полувагонов на повышенном пути

После выгрузки угля через люки грузчики поднимаются в полувагон и производят очистку вагона от остатков угля, а также и габарита пути от остатков угля по фронту выгрузки.

В зимнее время перед прибытием вагонов с углем должна производиться уборка снега и льда перед эстакадой. Если прибывший уголь находится в смерзшемся состоянии, то грузчики с помощью ломов и лопат производят раздалбливание угля, как показано на рисунке 18. При выгрузке смерзшегося угля запрещается открывать все люки. Сначала открывается первый люк, при освобождении его открываются последующий и т.д. Однако на практике это часто не соблюдается. Раскайловка угля по технике безопасности должна производиться в защитных очках, под наблюдением мастера или бригадира, причем запрещается выбирать уголь в нижней части, оставляя верхнюю в зависающем положении, что грозит ее обрушением, а также стоять ближе 1 м от торцевого конца полувагона и ближе 3 м друг от друга. После разгрузки угля полувагон должен быть подметен, как на рисунке 16.



Рисунок 18 - Разгрузка смерзшегося угля из полувагона

По окончании выгрузки угля из полувагонов, начальник участка или замещающее его лицо, сообщает об этом маневровому диспетчеру ст. Бугач, который отправляет локомотиво-составительную бригаду на повышенный путь за вагонами. Вагоны убираются с повышенного пути до светофора М-53, где грузчики Бугачского участка закрывают люки полувагонов вручную при помощи ломов. В этой операции задействованы трое рабочих.

После закрытия люков у полувагонов, начальник участка или замещающее его лицо, сообщает маневровому диспетчеру ст. Бугач об уборке порожних полувагонов.

Выгрузив уголь из полувагонов на обе стороны от повышенного пути, два бульдозера ДЗ-171, работая каждый с противоположной стороны эстакады, перемещают уголь на расстояние до 25 м, формируя штабель высотой до 4 м.

В случаях длительного нахождения угля на складе, в целях предотвращения его самовозгорания, бульдозерами производится укатка, уплотнение буртов угля на всей площади склада.

Площадь склада составляет 53900 м². Среднесписочная численность работающих – 43 чел.

Фотография рабочего дня бригады из 6 грузчиков по выгрузке угля на повышенном пути склада железнодорожной ст. Бугач 7 февраля 2016 г. при температуре воздуха –5⁰С представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Фотография рабочего дня по выгрузке угля на складе железнодорожной ст. Бугач

№	Наименование операции	Текущее время, ч		Продолжительность, мин
		Начало	Окончание	
1	Подача 14 вагонов под выгрузку	8 ⁰⁰	9 ¹⁰	70
2	Проход к вагонам	9 ¹⁰	9 ¹⁵	5
3	Рассоединение вагонов	9 ¹⁵	9 ³⁰	15
4	Проход до бытовой комнаты в ожидании подачи вагонов на повышенный путь	9 ³⁰	9 ⁴⁰	10
5	Проход к вагонам	9 ⁴⁰	9 ⁴³	3
6	Открывание люков и выгрузка угля	9 ⁴³	10 ⁰⁸	25
7	Зачистка оставшегося угля в полувагонах	10 ⁰⁸	10 ⁵⁸	50
8	Проход в бытовую комнату	10 ⁵⁸	11 ⁰⁰	2
9	Ожидание протягивания вагонов с повышенного пути	11 ⁰⁰	11 ¹⁵	15
10	Проход к вагонам	11 ¹⁵	11 ²⁰	5
11	Закрытие люков	11 ²⁰	12 ¹⁰	50
12	Обеденный перерыв	12 ¹⁰	13 ⁰⁰	50
13	Подача 14 вагонов под выгрузку	13 ⁰⁰	13 ⁵⁰	50
14	Проход к вагонам и рассоединение вагонов	13 ⁵⁰	14 ¹⁵	25
15	Проход до бытовой комнаты в ожидании подачи вагонов на повышенный путь	14 ¹⁵	14 ⁵⁰	35

Продолжение таблицы 3 - Фотография рабочего дня по выгрузке угля на складе железнодорожной ст. Бугач

16	Проход к вагонам	14 ⁵⁰	14 ⁵²	2
17	Открывание люков и выгрузка угля	14 ⁵²	15 ²⁵	33
18	Зачистка оставшегося угля в полувагонах	15 ²⁵	16 ⁴³	78
19	Проход в бытовую комнату	16 ⁴³	16 ⁴⁸	5
20	Перерыв	16 ⁴⁸	17 ⁰⁰	2
21	Окончание работы	17 ⁰⁰		

За обследуемый день шестью грузчиками разгружено 1904 т угля из 28 полувагонов. Непосредственно в тяжелых и вредных условиях труда в угольной пыли рабочие находились 71 % рабочего времени.

Для отправки угля со склада потребителям, производится погрузка угля фронтальными одноковшовыми погрузчиками ТО-18А и ТО-18Б в автомашины, как показано на рисунке 19.



Рисунок 19 - Погрузка угля в автомашины одноковшовым погрузчиком ТО-18А на угольном складе ст. Бугач

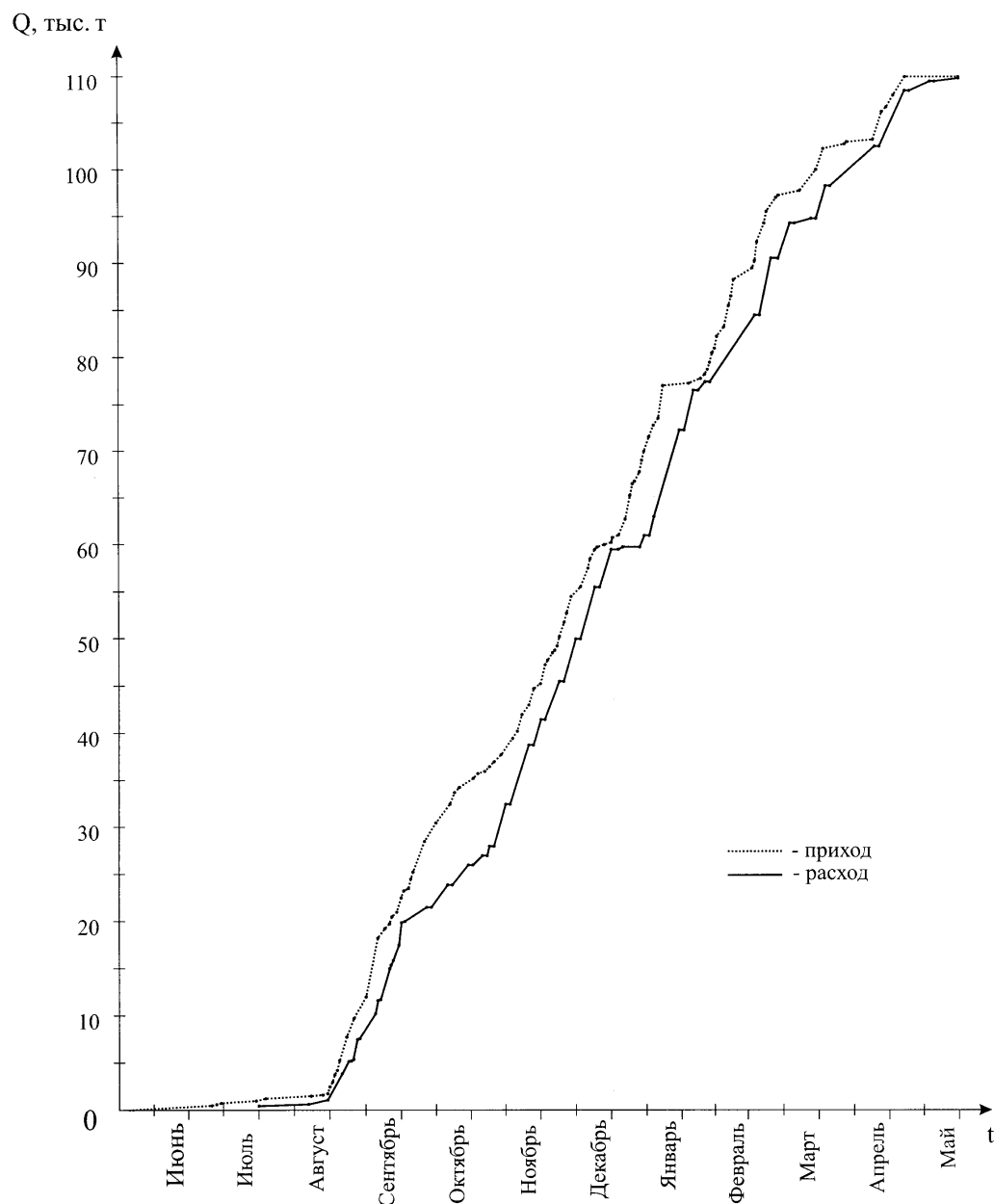


Рисунок 20 - Графики поступления и отгрузки угля на угольном складе ст. Бугач в отопительном сезоне 2003-2004 г

По предлагаемой технологии перевозки угля в контейнерах на промежуточном складе достаточно иметь не повышенный путь, а обычный тупик, проходящий в зоне работы козлового крана.

При поступлении контейнеров с углем производится визуальный контроль исправности контейнеров и наличия пломб разреза поставщика. Далее

поворотными кулачками расфиксируется крепление крупнотоннажных контейнеров за нижние угловые фитинги к железнодорожной платформе.

Козловой кран оборудован перенастраиваемым спредером, рассчитанным за захват контейнеров разного типоразмера и грузоподъемности. Производится снятие груженных контейнеров с железнодорожных платформ и вагонов-контейнеровозов и установка их на площадку склада. Установку контейнеров производят в 3 яруса.

В обратном направлении со склада в вагоны загружают порожние контейнеры, причем крупнотоннажные опускают на штыревые устройства железнодорожных платформ, головки которых входят внутрь угловых фитингов контейнеров. Контроль правильности установки осуществляется через боковые отверстия нижних угловых фитингов. Поставленный контейнер фиксируется на железнодорожной платформе.

Проведенное сравнение существующей и предлагаемой технологии перевалки угля на промежуточном складе позволяет сделать вывод, что перевозка угля в контейнерах характеризуется малооперационностью, автоматизацией и экологичностью процесса, малочисленностью персонала, безопасностью работ и отсутствием тяжелого труда.

На рисунке 20 представлены графики с нарастанием поступления и отгрузки угля на угольном складе ст. Бугач. Разница между ними по вертикали показывает наличие угля на складе на каждый день. Анализируя графики можно сделать вывод, что максимальное количество угля находящегося на складе приходится на осень, и составляет около 9 тыс. т. Проведенные исследования послужат основанием для расчета оптимальной площади угольного склада, которые приведены в следующей главе

2.3 Математическая модель расчета площадей складов при буртовом и контейнерном способе хранения

В технологии доставки угля от мест добычи до потребителя угольные склады в той или иной мере присутствуют как в местах добычи, так и в местах перевалки его с одного вида транспорта на другой и на месте использования. Угольные склады являются необходимыми составляющими для бесперебойной работы предприятий, электростанций, потребителей коммунально-бытового сектора. Правильное складирование и хранение твердого топлива, борьба с количественными и качественными потерями является главной задачей угольных складов. При этом большое значение имеет площадь, занимаемая угольным складом, так как территория, прилегающая к пересечению транспортных коммуникаций, где происходит перевалка угля с одного вида транспорта на другой весьма дорога, не говоря о городской черте, где размещаются крупные производители тепловой и электрической энергии, предприятия, объекты коммунально-бытового сектора. Территория, загрязняемая угольным складом в результате ветрового воздействия, на порядок превышает площадь самого угольного склада.

Территория, занимаемая угольным складом, складывается из подъездных путей, собственно буртов с углем различных марок, которые необходимо хранить селективно, административно-бытового помещения, весовой, боксов хранения и технического обслуживания оборудования, работающего на складе.

Ниже сравним площади, занимаемые углем, хранящимся в буртах и площади, занимаемые контейнерами с углем разной грузоподъемностью при заданном объеме хранящегося на складе угля.

При буртовом хранении угля, его объем и площадь, занимаемая им зависят от линейных размеров и формы бурта. Форма бурта определяется несколькими факторами: видом техники, используемой для формирования бурта, а также это может быть строго отведенная площадка определенной конфигурации. Если уголь подвозится по железной дороге с выгрузкой на

повышенном пути, то бурт формируется вытянутой формы вдоль повышенного пути. Если уголь подвозится автотранспортом, то при формировании бурта бульдозером его форма может быть приближена к усеченной пирамиде. При выгрузке угля грейфером бурт иногда имеет форму конуса, однако это относится к буртам недолгого хранения. При формировании же буртов резервных складов – длительного хранения рекомендуется выполнять их обтекаемыми и располагать вдоль преобладающего направления ветра для уменьшения пыления и загрязнения близлежащей территории.

Рассмотрим наиболее распространенную форму бурта, имеющего в основании форму прямоугольника, как показано на рисунке 21, шириной $A_б$ и длиной $B_б$. Тогда площадь основания бурта, вычисляется по формуле

$$S_б = A_б \cdot B_б \quad (1)$$

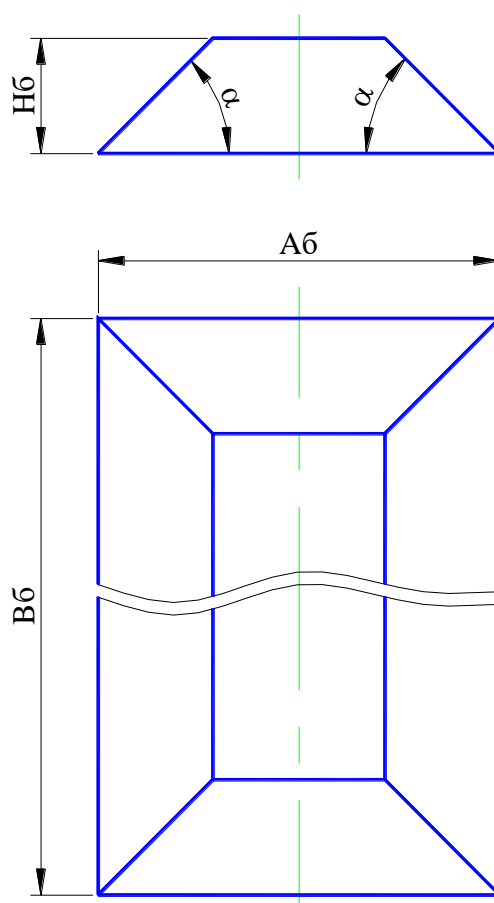


Рисунок 21 - Форма угольного бурта, принятого в расчетах

В расчетах все откосы бурта имеют один и тот же угол $\alpha = 45^\circ$, что соответствует его максимально возможному значению, а, следовательно, и максимальному значению объема бурта при фиксированном основании. Если на некоторой высоте x от основания бурта построить его сечение, параллельное основанию, то оно также будет прямоугольником шириной $A_\delta - 2x$ и длиной $B_\delta - 2x$.

Объем бурта можно найти по формуле

$$V_\delta = \int_0^{H_\delta} (A_\delta - 2x)(B_\delta - 2x)dx = \frac{4}{3}H_\delta^3 - (A_\delta + B_\delta)H_\delta^2 + A_\delta B_\delta H_\delta, \quad (2)$$

где H_δ - высота бурта.

Используя (1) из (2) формулы получаем

$$V_\delta = \frac{4}{3}H_\delta^3 - A_\delta H_\delta^2 + S_\delta H_\delta \left(1 - \frac{H_\delta}{A_\delta}\right), \quad (3)$$

откуда выразим площадь бурта

$$S_\delta = \frac{A_\delta}{A_\delta - H_\delta} \left(\frac{V_\delta}{H_\delta} + A_\delta H_\delta - \frac{4}{3}H_\delta^2 \right). \quad (4)$$

При заданных объеме и высоте площадь бурта зависит от одного параметра – ширины бурта. Естественными ограничениями на ширину бурта являются условия

$$B_\delta \geq A_\delta \geq 2H_\delta.$$

Минимальному значению ширины $A_\delta = 2H_\delta$ соответствует максимальная площадь бурта

$$S_{\delta.\max} = \frac{2V_\delta}{H_\delta} + \frac{4}{3}H_\delta^2, \quad (5)$$

а максимальному значению $A_\delta = B_\delta$ – минимальная площадь бурта

$$S_{\delta.\min} = \left(H_\delta + \sqrt{\frac{V_\delta}{H_\delta} - \frac{1}{3}H_\delta^2} \right)^2 = \frac{1}{2}S_{\delta.\max} + 2H_\delta \sqrt{\frac{V_\delta}{H_\delta} - \frac{1}{3}H_\delta^2}. \quad (6)$$

Таким образом, при заданных объеме и высоте бурта его площадь заключена в интервале

$$S_{б.мин} \leq S_{б} \leq S_{б.маx}. \quad (7)$$

где $S_{б.маx}$ и $S_{б.мин}$ вычисляются по формулам (5) и (6).

Формулы (5) – (7) дают во многих случаях очень широкий диапазон изменения площади бурта, что неудобно для практического применения. Этот диапазон можно существенно сузить, введя ограничения на отношение длины и ширины бурта

$$\beta = \frac{B_{б}}{A_{б}}$$

Формула (6) соответствует значению $\beta = 1$, т.е. равенству длины и ширины бурта. Но бурты с квадратным основанием практически не встречаются и теоретически возможны при малых объемах бурта, когда это уже не бурты, а хранение угля навалом.

Другая крайность, когда длина бурта в десятки или сотни раз больше его ширины тоже на практике не встречаются. Такие бурты не удобно создавать и эксплуатировать. На величину β можно наложить ограничения, основанные на исследовании размеров существующих буртов. Основная масса буртов укладывается в ограничения

$$2 \leq \beta \leq 10$$

Подставляя $B_{б} = \beta A_{б}$ в формулу (2) получаем квадратное уравнение относительно $A_{б}$:

$$V_{б} = \frac{4}{3}H_{б}^3 - (\beta + 1) \cdot H_{б}^2 \cdot A_{б} + \beta \cdot H_{б} \cdot A_{б}^2$$

откуда находим ширину

$$A_{б} = \frac{H_{б}}{2\beta} \left(\beta + 1 + \sqrt{(\beta + 1)^2 + 4\beta \left(\frac{V_{б}}{H_{б}^2} - \frac{4}{3} \right)} \right), \quad (8)$$

и площадь бурта

$$S_{\delta} = \beta \cdot A_{\delta}^2. \quad (9)$$

Подставляя в (8) – (9) минимальное и максимальное значения β находим новые $S_{\delta \min}$ и $S_{\delta \max}$ соответственно. Диапазон (7) в этом случае будет статистически оправданным и практически приемлемым. При практических расчетах необходимо наблюдать, чтобы при максимальном β величина A_{δ} , найденная по формуле (8) удовлетворяла условию $A_{\delta} \geq 2H_{\delta}$. В случае его нарушения величину $S_{\delta \max}$ можно вычислять по формуле (5).

При контейнерном способе доставки угля площадка, занимаемая контейнерами, имеет прямоугольную форму шириной $A_{нл}$ и длиной $B_{нл}$ и занимает площадь

$$S_{нл} = A_{нл} \cdot B_{нл}. \quad (10)$$

Площадка, занимаемая контейнерами, разделена на сектора проходами шириной a_n . Каждый сектор заполнен контейнерами, которые устанавливаются рядом друг с другом с зазором равным 0,1м. В секторе по длине площадки устанавливают q контейнеров, а по ширине – то количество, которое позволяет ширина площадки. Проходы предназначены для работников склада, следящих за состоянием контейнеров, а величины a_n и q подбираются индивидуально в зависимости от типа контейнеров и срока их хранения.

Все контейнера в секторе принадлежат одному типу, имеют одинаковые размеры: внутренние a_k, b_k, h_k и внешние A_k, B_k, H_k , где a_k и A_k – размеры по ширине площадки, b_k и B_k – по длине площадки, h_k и H_k – высоты контейнеров.

Конструкция контейнеров позволяет устанавливать груженные контейнеры друг на друга в несколько слоев. Существующие типы отечественных козловых кранов позволяют устанавливать контейнеры в 3 слоя; за рубежом имеются козловые краны, способные устанавливать контейнеры в 5 слоев. Будем считать, что на рассматриваемой площадке контейнеры установлены в P слоев. Поскольку уголь, содержащийся в контейнерах одного слоя, заполняет не весь объем слоя, т.к. есть стенки контейнеров, зазоры между контейнерами и проходы между секторами, то он занимает долю данного объема

слоя. На внутренний объем контейнера, равный a_k, b_k, h_k , приходится внешний объем контейнера, объем одного зазора по длине и одного по ширине площадки и $1/q$ часть объема по ширине прохода между секторами. Таким образом, доля угля в объеме слоя сектора составляет

$$a_k \cdot b_k \cdot h_k / (A_k + 0,1)(B_k + 0,1 + \frac{a_n - 0,1}{q}) H_k.$$

Если площадка занята контейнерами только одного типа, то эта пропорция справедлива для всей площадки. Объем угля, находящийся в контейнерах всей площадки

$$V_y = \frac{P(A_{nl} + 0,1)(B_{nl} + a_n) \cdot a_k b_k h_k \cdot H_k}{(A_k + 0,1) \left(B_k + 0,1 + \frac{a_n - 0,1}{q} \right) H_k} = \frac{P(A_{nl} + 0,1)(B_{nl} + a_n) a_k b_k h_k}{(A_k + 0,1) \left(B_k + 0,1 + \frac{a_n - 0,1}{q} \right)} \quad (11)$$

Считая объем угля фиксированным из (10) и (11) находим

$$S_{nl} = \frac{V_y}{P \cdot h_k} \cdot \frac{(A_k + 0,1)(B_k + 0,1 + \frac{a_n - 0,1}{q})}{a_k \cdot b_k} - (0,1 + A_{nl}) \cdot a_n - 0,1 \cdot B_{nl}. \quad (12)$$

Далее, из (10) выражаем $B_{nl} = S_{nl} / A_{nl}$ и подставляем в (12). После преобразований получаем

$$S_{nl} = \frac{V_y}{Ph_k} \cdot \frac{(A_k + 0,1)(B_k + 0,1 + \frac{a_n - 0,1}{q})}{a_k \cdot b_k} \cdot \frac{A_{nl}}{(A_{nl} + 0,1)} - A_{nl} \cdot a_n. \quad (13)$$

Заметим, что ширина площадки A_{nl} в отличие от ширины бурта не может меняться в широких пределах. Она зависит от пролета L козлового крана и не превышает величину $L - 1,4$ м. Однако это не накладывает заметного ограничения на S_{nl} . Величина $A_{nl} / A_{nl} + 0,1$ в любом случае очень близка к 1. Последний член в (13) $A_{nl} \cdot a_n$ – площадь одного прохода между секторами – тоже величина небольшая и легко оцениваемая. Главный вклад в формулу (13) вносит число слоев P , а следующее по величине влияние оказывает соотношения между внутренними и внешними размерами контейнера и величина a_n/q .

Для практических расчетов по формуле (13), фактически для ее табулирования при различных значениях параметров V_y , P и $V_{внут.к.}$, (где $V_{внут.к.}$ – внутренний (полезный) объем контейнера), другие параметры мало влияющие на результат, зафиксируем в некоторых средних значениях. Величина a_n меняется в пределах от 0,6 до 1 м, будем считать ее равной 0,9 м; разумный интервал изменения величины q : $2 \leq q \leq 5$, будем считать $q = 4$. Величина пролета L козлового крана зависит от типа крана и для основной массы применяемых на территории России козловых кранов, принимает конкретные значения в интервале $16 \leq L \leq 32$ м. Точные значения $A_{нл}$ – ширины, занятой контейнерами площадки, зависят от L и типа используемого контейнера (его размеров), в расчетах используем значение $A_{нл} = 20$ м. В большинстве случаев наилучшая ориентация контейнеров на площадке такая, когда наибольшая сторона контейнера (иногда это его ширина) параллельна длине площадки. Поэтому в расчетах будет A_k – наименьшим, а B_k – наибольшим размером контейнера в плане. С учетом этих допущений используемая для расчета таблиц и построения графиков формула (13) упростится и примет вид

$$S_{нл} = \frac{V_y}{P} \cdot \frac{(A_k + 0,1)(B_k + 0,3)}{V_{внут.к.}} \cdot 0,995 - 18. \quad (14)$$

Проведем расчеты по контейнерам 1С и УУК-5. Результаты расчетов представлены в виде графиков, представленных на рисунках 22 и 23.

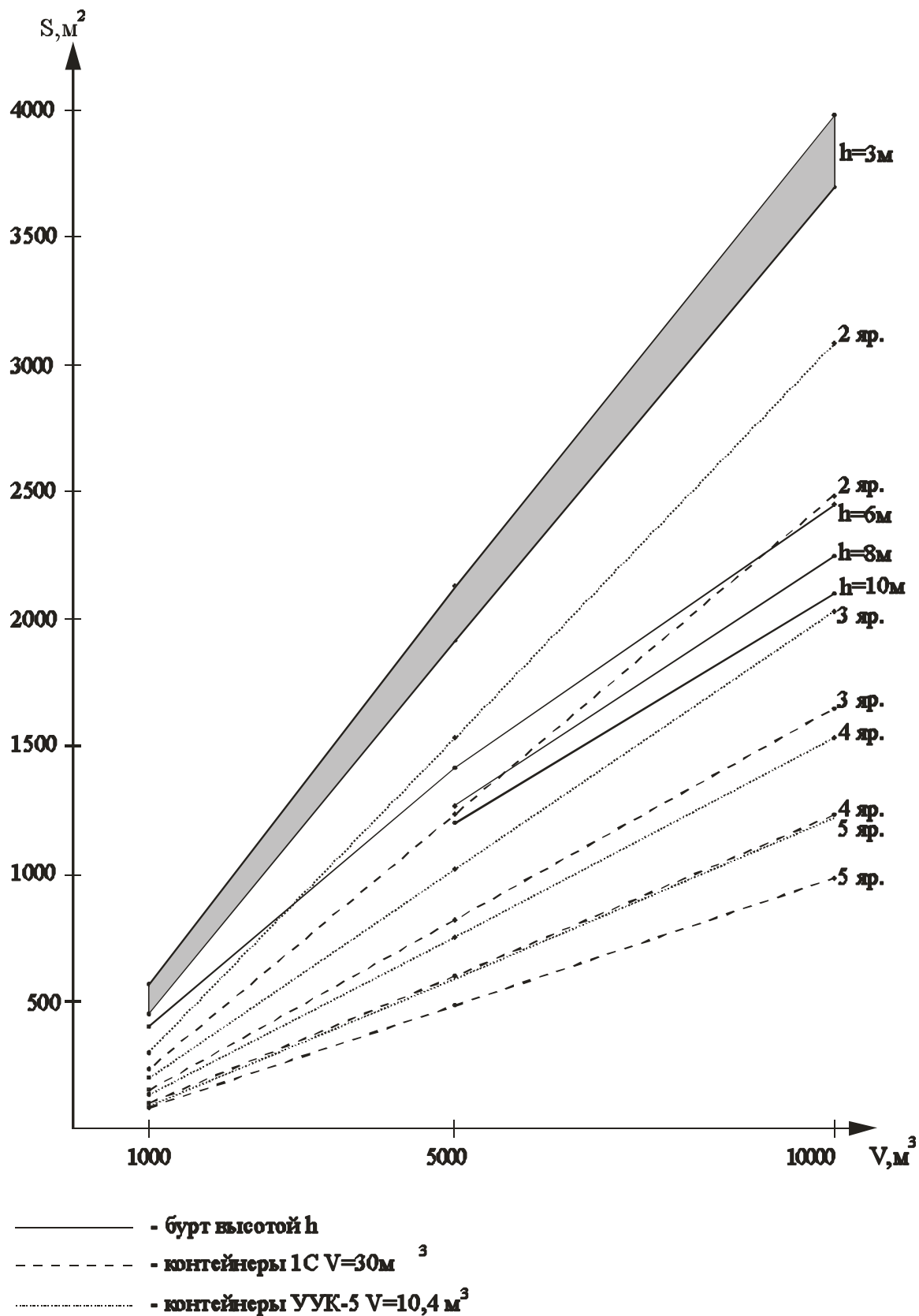


Рисунок 22 - График зависимости площади склада от объема хранящегося угля, высоты борта и числа ярусов контейнеров при бортовом и контейнерном способе хранения до 10 тыс. т. угля.

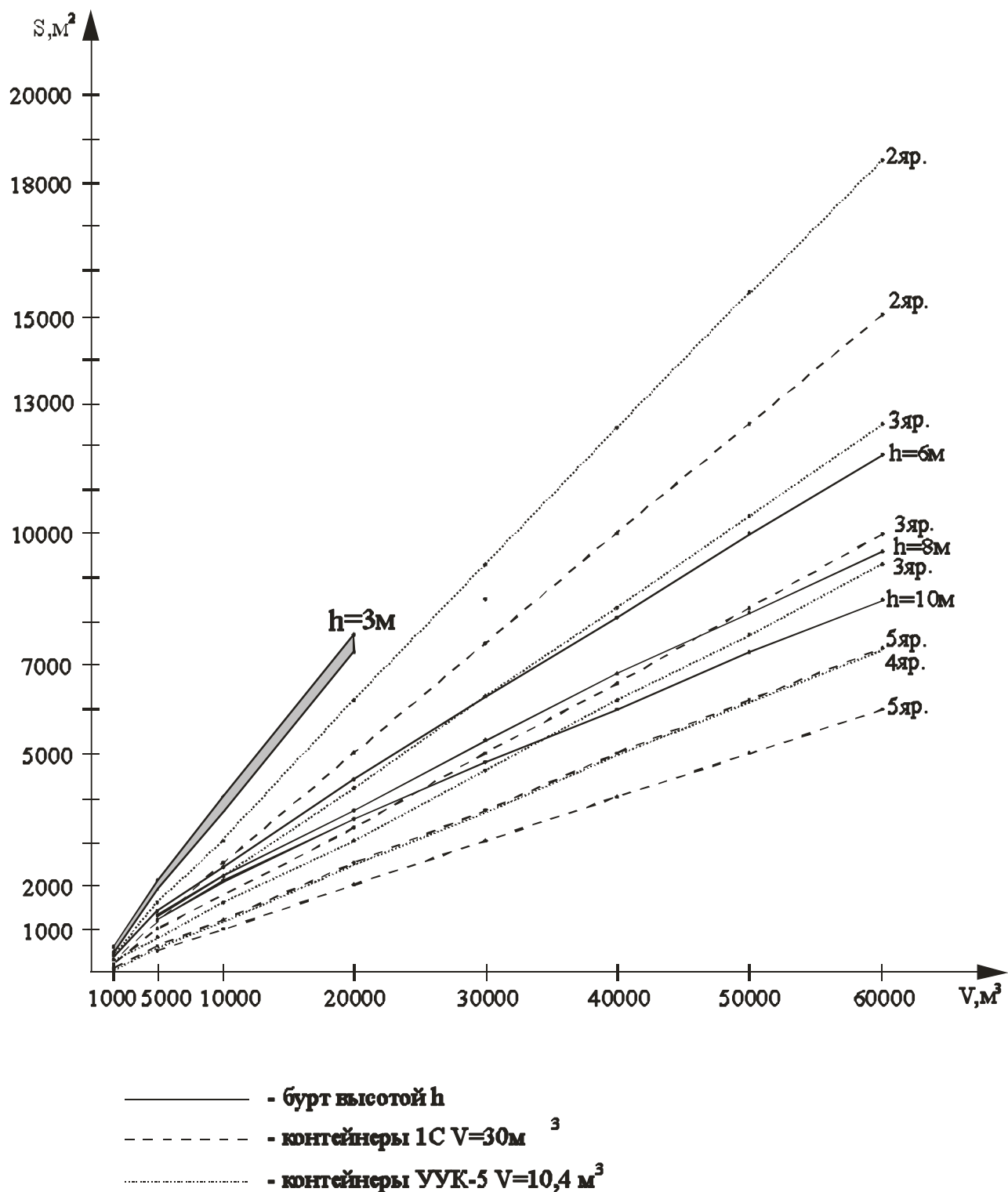


Рисунок 23 - График зависимости площади склада от объема хранящегося угля, высоты бурта и числа ярусов контейнеров при буртовом и контейнерном способе хранения до 60 тыс. т. угля.

Для расчетов были приняты типы контейнеров применимы для поставок угля ТЭС и котельным средней мощности, как наиболее массовым производителям электрической и тепловой энергии. При буртовом способе хранения, площадь, занимаемая углем, имеет выраженную линейную зависимость. Полоса при подсчете площади бурта высотой 3 м связана с введенным ограничением β на отношение длины и ширины бурта и поэтому при заданном объеме имеет минимальное и максимальное значение. Именно это планировалось сделать и при расчетах площадей буртов с другими высотами, однако, для удобства чтения графика, приведено среднее значение диапазона. Начало графиков при высоте бурта 8 и 10 м с 5 тыс. т. угля (в расчетах объемный вес имеет среднее значение и составляет 1 т/м^3) объясняется тем, что при меньших значениях объемов хранения необходимо уменьшать высоту бурта. Ввиду того, что в практике устройства складов угольный борт никогда не принимает правильные геометрические формы, то реальная площадь бурта, будет больше, чем представленного на графиках.

У определения площади, занимаемой контейнерами с углем, очень слабая нелинейность графиков, которая связана с количеством проходов между секторами контейнерного парка.

Другим самым массовым видом транспорта, перевозящим уголь, является автомобильный. Рассмотрим существующую практику перевозки угля автомобильным транспортом, а также возможности и готовности автотранспортных средств к переходу на достаточно специфичную контейнерную доставку угля.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Основную часть грузопотоков, а в частности угля, перевозят на железнодорожном транспорте. Уголь занимает более одной трети от всего объема грузопотока на территории железных дорог России, что делает его самым массовым грузом.

Каменный уголь перевозят в полувагонах открытого типа, которые должны соответствовать нормативно техническим условиям, быть в надлежащем техническом состоянии, очищенными от сора и песка. При перевозках угля мелкой фракции, необходимо проверять пробоины и целостность вагонов, чтобы исключить потери угля, загрязнения железнодорожного пути и прилегающих территорий. Перед отправкой, работники проверяют допустимость зазоров и надежность затворов люков, вагоны проходят контрольное взвешивание и в соответствии с грузоподъемностью, происходит догрузка или отгрузка угля. На большинстве крупных предприятиях применяются бункерные погрузочно-весовые устройства, которые заменяют процесс дополнительного взвешивания вагонов.

Процесс погрузки угля характеризуется переизмельчением и огромным пылевыведением. В среднем при погрузке угля погрузочным устройством пылевыведение составляет до 100 г/м^3 , что превышает предельно-допустимую концентрацию для работников склада. В одном районе может находиться до 20 угольных шахт, что наносит вред окружающей среде и отрицательно сказывается на местном населении.

При погрузке, перевозке и хранении угля необходимо учитывать, что он способен к самовозгоранию, смерзанию и дроблению. Нельзя допускать взаимодействия угля с такими веществами как аммиачная селитра, серный колчедан, бертолетова соль, из-за опасности образования взрывчатой смеси.

Использование специализированных контейнеров для доставки угля железнодорожным транспортом позволяет избежать ряда проблем, возникающих при транспортировке угля навалом в полувагонах.

Во-первых, это то, что контейнеры обладают цельной конструкцией, напоминающей ящик, а загрузка осуществляется через верхнюю часть, которая при транспортировке закрывается откидными люками. При таком способе транспортировки, отсутствуют просыпи угля и излишнее пылевыведение.

Во-вторых, в зонах перегрузок угля, отсутствует дизельное оборудование, вместо которого будет применяться козловой кран с электрическим приводом, не представляющий вреда экологии. При разгрузке угля из полувагонов и последующей очистки вагонов от остатков угольной пыли и смерзшегося угля в зимний период, рабочие находятся в тяжелых условиях труда, при применении доставки угля в контейнерах, рабочим необходимо осуществлять только внешний осмотр контейнеров и их расфиксацию, остальные операции по разгрузке, погрузки и перемещению по складу осуществляется при помощи козлового крана.

На козловом кране будет устанавливаться тепловизор, для контроля контейнеров, находящихся на складе, на наличие самовозгорания в теплое время года и смерзания, в холодный период. При отклонении температуры контейнера, от допустимых, его используют в первую очередь или же, в случае смерзания, отставляют в резерв, до потепления и саморазмерзания. Уголь в контейнерах находится изолированно друг от друга, в отличие от хранения навалом в буртах, в случае самовозгорания, можно спредером, опустить контейнер в заранее подготовленную емкость с водой без угроз жизни для работников склада.

В п. 2.3 дипломной работы представлена математическая модель расчета площадей складов при буртовом и контейнерном способе хранения. Из полученных данных видно, что площадь, занимаемая складом, при

контейнерном способе транспортировки угля занимает меньшую площадь, нежели буртовой. На освободившейся территории будет производиться озеленение, так как большинство перегрузочных складов находятся в городской черте.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА СКЛАДАХ ПЕРЕГРУЗКИ И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ УГЛЯ

Изменение затрат на складах потребителя рассмотрим на примере склада котельной на ул. Норильская, отапливающей северо-западный район г. Красноярска, как наиболее типичной малой котельной, расположенной в городской черте. Склад топлива у потребителя предназначен для хранения неснижаемого запаса угля. Объем склада определяется мощностью котельной. По существующим нормам угольный склад котельной в студенческом городке должен содержать неснижаемый запас угля в расчете на 15 суток работы без подвоза топлива, равный 480 тонн. Угольный склад занимает площадь 300-400 м². Общая территория котельной с угольным складом, включая места разгрузки перевозимого угля автотранспортом, составляет 850-900 м².

С переходом на новую технологию перевозки и хранения угля площадь угольного склада сократится до 200-250 м² вместе с обслуживающим это склад грузоподъемным оборудованием, или высвободится около 125 м² территории. При средней стоимости 1 м² земли в г. Красноярске, равной 1270 рублей, экономия составит 158 750 рублей. Высвобождаемые площади могут быть использованы по другому назначению, например, для озеленения.

Внедрение новой технологии требует замены бульдозера ДТ-75Т, работающего на складе по перемещению угля после разгрузки автомобилями в борт и последующей подачи угля из бурта в приемный бункер конвейера на грузоподъемное оборудование с траверсой для механизации процесса захвата и кантования контейнеров. Грузоподъемное оборудование с траверсой будет выполнять ту же функцию, что и бульдозер. Так же очень важно, что экологический ущерб от работы бульдозера на дизельном двигателе огромен, а козловой-кран с электродвигателями не наносит вреда экологии.

Применение грузоподъемного оборудования позволит избежать затрат на дизельное топливо, однако возрастут затраты котельной на электроэнергию. Стоимость траверсы для захвата и кантования контейнеров примем равной стоимости спредера такой же грузоподъемности. Кроме того, в тракт топливоподачи котельной предусмотрим установку бункера-смесителя с целью усреднения угля для стабилизации его характеристик.

Заработная плата бульдозериста и крановщика принята равной, несмотря на более тяжелые условия труда и высокую квалификацию бульдозериста.

Исходя из принятых допущений в таблице 4 приведем оценку изменения затрат на складе потребителя.

Таблица 4 – Результаты расчета изменения затрат, связанных с эксплуатацией угольного склада у потребителя

Показатель	Значение показателя		Примечание
	Существующая технология	Предлагаемая технология	
Стоимость бульдозера, тыс. руб.	800	-	-
Стоимость крана с траверсой и бункера-смесителя, тыс. руб.	-	1500	-
Срок эксплуатации бульдозера, лет	10	-	-
Срок эксплуатации крана, лет	-	20	-
Амортизационные отчисления, тыс. руб/год	80	75	-
Расход дизельного топлива, л/ч	12	-	-
Затраты на дизельное топливо тыс. руб/год	369	-	250 дн*8,2 ч х 12 л/ч х 15 руб/л
Дополнительные расходы электроэнергии, кВт*ч	-	78,9	250 дн * 8,2 ч х 55 кВт * 0,7
Дополнительные затраты электроэнергии, тыс. руб/год	-	100	78,9 тыс кВт*ч х 1266,12 руб/тыс. кВт*ч
Итого прямых эксплуатационных расходов, тыс. руб/год	449	175	-
То же, руб/т	40,09	15,63	-
Снижение затрат на эксплуатац. Склада, руб/т	-	24,46	-

При переходе на перевозку угля в контейнерах на угольном складе у потребителя происходит снижение эксплуатационных затрат, равное 24,46 рублей на тонну проходящего через склад угля.

Предлагаемые в проекте контейнеры для перевозки сортового угля, соответствуют существующим контейнерам по типоразмерам (длине, ширине, высоте), но отличаются по конструкции. По оценке заводов-изготовителей, такой тип контейнеров может стоить на 5-7 % меньше существующих универсальных контейнеров, ожидаемые цены на контейнеры для перевозки сортового угля представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Ожидаемая цена контейнеров для перевозки сортового угля

Марка контейнера	Цена контейнера, тыс. руб
АУК – 1,25	9,0 – 9,2
УУК – 3	14,4 – 14,7
УУК – 5	27,9 – 28,5
1С	84,4 – 86,2
МК – 1*	0,15

*Мягкий контейнер грузоподъемностью 1т

Эксплуатационные расходы, связанные с поддержанием контейнеров в технически исправном состоянии, по данным, представленным Красноярской железной дорогой, составляют сумму в размере 103 руб/мес на один контейнер

Далее рассчитаем изменение стоимости одной тонны угля при перевозке в контейнерах, принадлежащих ООО «Красноярский гортоп», от угольного склада ст. Бугач до угольного склада котельной в Северо-Западном районе в г. Красноярске.

Время оборота контейнера от Бородинского угольного разреза до угольного склада ООО «Красноярский гортоп» и далее до склада котельной на ул. Норильская составит 6 суток.

Количество специализированных контейнеров типоразмера УУК – 5, необходимое для перевозки заданного объема угля, равно 48 единиц стоимостью 28,5 тыс. рублей каждый. Исходя из потребного количества контейнеров, их срока службы и цены одного контейнера, стоимость одной тонны угля увеличится на 4,69 рубля.

Так как снижение затрат на эксплуатацию склада составляет 24,46 руб/т, а после покупки контейнеров стоимость одной тонны угля увеличивается на 4,69 рубля, в конечном итоге экономия котельной составляет 19,77 руб/т, а это значит, что переоборудование склада котельной на новую технологию окупится за 9 лет, при среднесуточном расходе угля в 32 тонны, а при продаже освобожденной территории склада, срок окупаемости сократится до 8,3 лет без учета экономии при транспортировке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющиеся универсальные конструкции полувагонов с донной разгрузкой на повышенном пути и задействованные в настоящее время на перевозках угля сложны, часто выходят из строя торсионные устройства, разгрузка полувагонов на вагоноопрокидывателях приводит к поломкам верхней обвязки, щели из-за неплотно закрытых торцевых дверей и люков наряду с отсутствием крыши являются причиной потерь угля при железнодорожных перевозках. Альтернативой применяемому способу перевозки угля мог бы стать контейнерный способ перевозки на платформах и вагонах контейнеровозах.

Разгрузка угля из полувагонов через нижние люки, особенно в зимнее время примерзшего угля, опасна и трудоемка, кроме того, при разгрузке, уголь измельчается, загрязняет окружающую среду и его необходимо убрать от повышенного пути, для приемки следующих полувагонов с углем и подготовить к хранению в бурте. Все это не отвечает современным требованиям по безопасному и эффективному ведению работ на складах. В тоже время контейнерная перегрузка характеризуется безопасностью, сохранением качества топлива, возможностью быстро и эффективно вести погрузо-разгрузочные работы, без вреда окружающей среде.

Разработанная математическая модель расчета площадей угольных складов при хранении угля в буртах или в контейнерах позволяет оценить площади складов при обоих видах хранения с разными высотами буртов, ярусами установки и типами контейнеров. Выполненные расчеты говорят о перспективности контейнерного способа хранения угля с точки зрения экономии площади склада, которая значительно возрастает при увеличении грузоподъемности контейнера и числа ярусов их установки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Википедия – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Ископаемый уголь - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ископаемый_уголь
- 2 Группа компаний Крот [Электронный ресурс]: Способы транспортировки угля - Режим доступа: https://www.krot.su/stati/transportirovka_yglia__kak_ego_perevoziat
- 3 Рынок перевозок грузов железнодорожным транспортом за 2016 г. , Бутов А.М. [Электронный ресурс]: Обзор отрасли перевозок грузов железнодорожным транспортом в России - Режим доступа: https://dcenter.hse.ru/data/2017/01/13/1115379723/Рынок_перевозок_грузов_железнодорожным_транспортом_2016.pdf
- 4 Транспортная компания «ТрансРусь» [Электронный ресурс]: Технические характеристики полувагонов - Режим доступа: <http://www.transru.ru/articles/tehnicheskie-harakteristiki-poluvagonov>
- 5 Информационный портал ScaleTrainsClub [Электронный ресурс]: 8-осный полувагон, модель 12-508 - Режим доступа: <http://scaletrainsclub.com/board/viewtopic.php?t=7764>
- 6 Образовательный портал Geum.ru [Электронный ресурс]: Научное обоснование и разработка комплекса средств механизации для обеспечения качества углепродукции - Режим доступа: <http://geum.ru/next/art-217452.leaf-2.php>
- 7 Группа «Вагонники ОАО "РЖД"» [Электронный ресурс]: Повреждения полувагонов - Режим доступа: <http://www.xn--80adeukqag.xn--p1ai/2016/05/blog-post.html>
- 8 Электронный фонд правовой и нормативно технической документации [Электронный ресурс]: Нормы естественной убыли массы грузов при перевозках по железным дорогам - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9039530>

9 Транспортная компания «ТрансРусь» [Электронный ресурс]: Характеристики железнодорожных платформ - Режим доступа: <http://www.transru.ru/articles/harakteristiki-zheleznodorozhnyh-platform/>

10 Безопасность жизнедеятельности в дипломном проектировании: метод. Указания для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения / сост. Э.В. Богданова, В.А. Гронь, Л.С. Максименко, А.Г. Степанов; ГУЦМиЗ. – Красноярск, 2005. – 36с.

11 Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров / С. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп.— Москва: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2013. – 682 с

12 Актуально о транспорте [Электронный ресурс]: Правила перевозки угля железнодорожным транспортом - Режим доступа: <http://www.righttransport.ru/rtos-378-1.html>

13 Демченко И.И. Ресурсосберегающие и экологичные технологии обеспечения качества углепродукции: монография/И.И. Демченко, В.Д. Буткин, А.И. Косолапов. – М.: МАКС Пресс, 2006. - 344 с.

14 СТО 4.2-07-2014 Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск: Системы управления СФУ, 2014. – 60с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Слайд №1



Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Горные машины и комплекс»



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

Комплексная дипломная работа на тему:
«Оценка состояния и разработка предложений по
совершенствованию перевозки угля железнодорожным транспортом»

Руководитель

проф., д.т.н. Демченко И. И.

Выполнил
студент гр. ГМ 12-12

Прокопчук В. А.

Слайд №2



РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЯ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Слайд №3



Горные машины
и комплексы СФУ

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТИРОВКОЙ УГЛЯ НАВАЛОМ И АНАЛИЗ ПОЛОМОК ПОЛУВАГОНОВ, ПЕРЕВОЗИВШИХ УГОЛЬ



ОМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
OMSK STATE FEDERAL UNIVERSITY

Боковая стена состоит из верхней и нижней обвязок, угловых и боковых стоек и металлической обшивки из листов гнутого профиля с продольно расположенными гофрами.



Основная конструкция железнодорожного полувагона

Торцевая дверь полувагона, состоящая из двух створок, подвешена шарнирно петлями к угловым стойкам кузова.



Рама служит основанием кузова, на ней укрепляется автосцепное устройство и тормозное оборудование вагона.



Крышка люка полувагона предназначена для разгрузки сыпучих грузов, загружаемых в полувагон сверху

Слайд №4



Горные машины
и комплексы СФУ

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТИРОВКОЙ УГЛЯ НАВАЛОМ И АНАЛИЗ ПОЛОМОК ПОЛУВАГОНОВ, ПЕРЕВОЗИВШИХ УГОЛЬ



ОМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
OMSK STATE FEDERAL UNIVERSITY





Код	Тип повреждения	Процент
1	щели разгрузочных люков	37,2%
2	зазоры в торцевой части вагона	30,8%
3	пробоины кузова	6,2%
4	трещины, зазоры в кузове	19,3%
5	порыв, смятие верхней обвязки кузова	6,5%





Структура неисправностей полувагонов, перевозящих уголь

1 – щели разгрузочных люков; 2 – зазоры в торцевой части вагона; 3 – пробоины кузова; 4 – трещины, зазоры в кузове; 5 – порыв, смятие верхней обвязки кузова.



Слайд №5



ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТИРОВКОЙ УГЛЯ НАВАЛОМ И АНАЛИЗ ПОЛОМОК ПОЛУВАГОНОВ, ПЕРЕВОЗИВШИХ УГОЛЬ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Железнодорожные платформы для перевозки контейнеров



Козловой кран со спредером для складирования контейнеров

Слайд №6



СУЩЕСТВУЮЩАЯ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ НА УГОЛЬНОМ СКЛАДЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ БУГАЧ г. КРАСНОЯРСКА



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

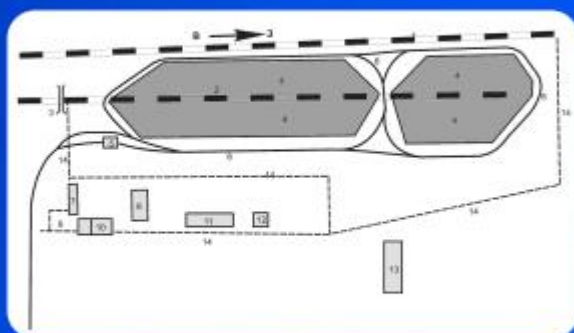


Схема размещения угольного склада Бугач г. Красноярск

1 – железнодорожный путь; 2 – железнодорожный повышенный тупик 220м; 3 – переход на ст. Бугач; 4 – место разгрузки и хранения угля;



Пристанционный район станции Бугач со среднегодовой розой ветров и зонами повышенного загрязнения

Слайд №7



Горные машины
и конвейеры СФУ

СУЩЕСТВУЮЩАЯ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ НА УГОЛЬНОМ СКЛАДЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ БУГАЧ г. КРАСНОЯРСКА



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY






Непосредственно в тяжелых и вредных
условиях труда рабочие находятся 71 %
рабочего времени

Слайд №8



Горные машины
и конвейеры СФУ

СУЩЕСТВУЮЩАЯ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ НА УГОЛЬНОМ СКЛАДЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ БУГАЧ г. КРАСНОЯРСКА



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

Тяжелый ручной труд

Длительность разгрузки

Огромный вред экологии



Исключение тяжелого ручного труда

Автоматизация и малооперационность

Безопасность и отсутствие вреда экологии

Перевозка угля в полувагонах



Контейнерная доставка угля

Слайд №9



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПЛОЩАДЕЙ СКЛАДОВ ПРИ БУРТОВОМ И КОНТЕЙНЕРНОМ СПОСОБЕ ХРАНЕНИЯ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

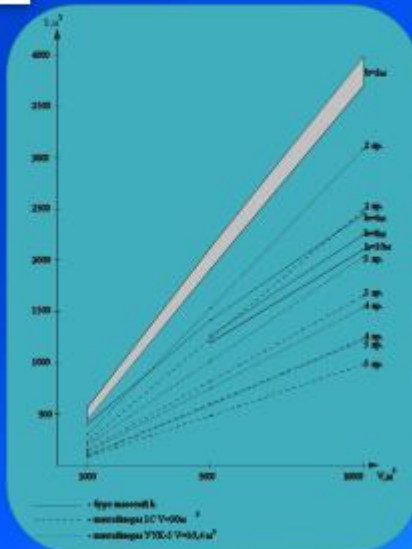


График зависимости площади склада от объема хранящегося угля, высоты бурта и числа ярусов контейнеров при буртовом и контейнерном способе хранения до 10 тыс. т. угля

Слайд №10



ДОСТОИНСТВА ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Перевозка

- Простота
- Надежность
- Исключены потери
- Безопасность
- Экологичность



Перевалка

- Не портится качество топлива
- Скорость погрузо-разгрузочных работ
- Безопасность
- Экологичность



Складирование

- Уменьшение площади склада
- Экологичность



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Спасибо за внимание!